

自動沖壓機構設計

王思海

黎明技術學院機械工程系

Email:ic010@mail.lit.edu.tw

摘要

自動化沖壓機利用機械手臂、輸送機、氣壓缸及 PLC 組合而成，將輸送機、氣沖壓缸固定於底座。利用基板上 DC 馬達自動送料機構，將送料到達設定點，利用手臂自動夾持再配合沖壓缸推送沖壓定點進行沖壓動作，使加工材料可以達到更精確的加工成品。自動沖壓機主要目的是降低危險、增加生產力，使工業生產趨向於自動化、減少人為所發生的錯誤。

關鍵字：自動化、沖壓機構

1.緒論

自動化是利用機器來代替人類從事希望執行的工作，其目的是在於增加生產力，提高品質及經濟效益。以最近這幾年局勢分析，台灣工業日新月異，隨著世界潮流，工業自動化的趨勢不斷的進步，也符合基層生產之需求、所設計出來結構簡單易操作的自動化生產線。

自動沖壓機構的主要發展階段有工業革命年代（十八世紀末至十九世紀）：在工業革命年代，機械化生產開始興起，利用水力和蒸汽動力的機械被開發出來，用於提高生產效率。然而，在這個時期，沖壓仍然主要依賴人工操作和手動操作。

非自動充氣機構（十九世紀末）：隨著工業技術的發展，十九世紀末，第一批非自動充氣機構被開發出來。這些機械利用機械動力來提高生產效率，但仍然需要人工操作來指導材料的放置和加工。

自動沖壓機構的誕生（19世紀末至20世紀）：十九世紀末至二十世紀，自動化技術和控制技術的發展推動了自動沖壓機構的誕生。這些自動化機械

能夠在可編程序的情況下完成自動化沖壓操作，減少對操作工人的依賴，提高了生產效率和安全性。

數值控制（CNC）技術的應用（20世紀中期）：到了20世紀，數值控制（CNC）技術的應用使自動充氣機構更加靈活化。CNC 技術允許程控機器的運動和操作，無需人工操作，提高了生產效率和產品質量。

自動化與機器人應用（20世紀末至21世紀）：隨著高效電子技術、機器人學和自動化技術的進一步發展，自動包裝機構日趨自動化和自動化。現代的自動包裝生產線往往與機器人應用相結合，實現高速、精準的進一步生產過程。

智慧製造與工業4.0（21世紀）：隨著智慧製造和工業4.0的興起，自動折疊機構進一步與數據分析、網路和物聯網技術相結合。生產線上的設備能夠即時收集和分析數據，進行自我強化和預防性維護，提高了生產效率和生產質量。

總體來說，自動充氣機構的發展經歷了從手動操作到自動化，再到裝配的過程。這些技術的不斷進步使得自動充氣機構成為現代製造業中充氣機構的重要工藝之一。

自動沖壓機構是一種工業製造中廣泛使用的機械裝置，用於將金屬板材進行剪切、沖孔、彎曲等加工操作。這些機構的發展可以追溯到工業革命時期，並隨著時間的推移不斷演化和改進。

自動沖壓機構的沿革經歷了多個世紀的不斷演化和改進，從最初的水輪驅動的沖壓機到現代數控和雷射沖壓機，它在工業製造中扮演著駕駛員的角色，為各行各業提供了高效、精準的金屬加工解決方案。



利用馬達傳動皮帶之自動化沖壓系統，再配合感測器之應用，可以有效地、迅速地移動工件至精確位置，以便機械手臂取料轉送至沖壓機構加工，全部系統動作以氣壓控制配合 PLC 模組及 PLC 的程式控制加以完成。

機械手臂的使用方法是利用輸寫器先設定行進的程式，再經過 PLC 使氣壓缸依序作一定的動作。機械手臂的主要功能為配合輸送帶夾取工件，旋轉 180 度放至沖壓機構，在進行完沖壓動作後再將工件夾回至輸送帶上，觸動感測器後，再由進料系統送出一個新工件，進行沖壓的動作，如此反覆循環，完成工廠自動化的程序。

2. 原理分析

氣壓缸的輸出力選擇氣壓缸之首要問題為活塞之直徑，次為行程長短。由活塞直徑可算出其所能輸出最大的出力。

$$F = P \times A \quad (2-1)$$

$$A = \pi d^2 / 4 \quad (2-2)$$

式中 F: 理論力 (kgf)

P: 壓力 (kgf/cm²)

A: 氣缸截面積 (cm²)

D: 氣缸內徑 (cm)

單動氣壓缸實際正向力

$$F = A \times P - (R_1 + R_2) \quad (2-3)$$

式中 R₁: 磨擦阻力約為 F 的 10~40%。

R₂: 彈簧阻力約為 F 的 5~20%。

在實驗中，關於氣壓壓力大小之相關計算如下：

進料缸：

$$(\pi / 4) \times 12^2 = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$F = P \times A \times \eta = 6 \times 1.131 \times 0.88 \\ = 6.786 \text{ (kgf)}$$

沖壓缸：

$$(\pi / 4) \times 16^2 = 2.011 \text{ cm}^2$$

$$F = P \times A \times \eta = 6 \times 2.011 \times 0.88 \\ = 10.618 \text{ (kgf)}$$

其中 η 為效率。

一般定位的伺服馬達的速度常比負載的速度快，馬達和負載之間使用齒輪，皮帶輪及皮帶等聯結。利用這些傳動元件，比較小型的馬達就可達到負載所要求的扭力和速度，當負載所需要扭力為 T_L ，角速度為 W_2 時，則其動力 P_L 為 $W_2 T_L$ 。

$$P = WT = W_2 T_L + P_1 \quad (2-4)$$

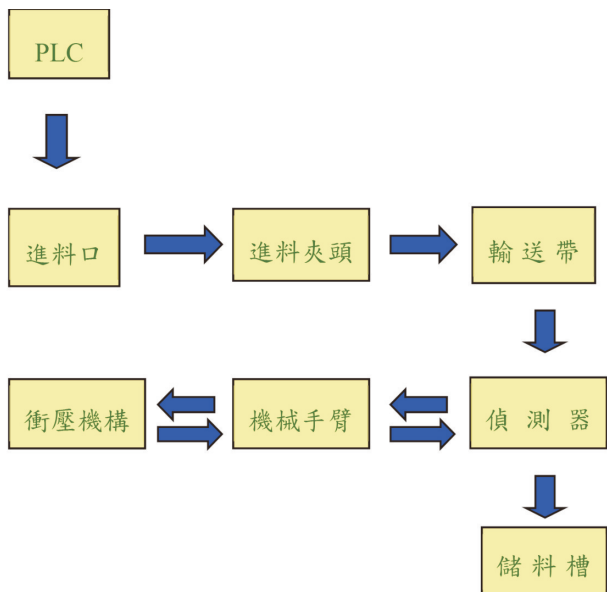
式中 W: 馬達的額定角速度

T: 馬達的額定扭力

P₁: 傳動元件之損失動力

3. 研究成果

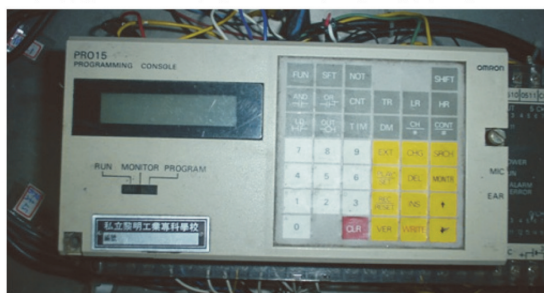
整個自動化工作流程是將工件放進進料槽中後，按下電源開關，此時進料夾將工件夾緊，PLC 定時開關器計時 2 秒後，進料夾會將工件送到輸送帶上後放開，1 秒進料夾會將自動回到進料槽中，此時下個工件會自動掉到進料夾頭中央，輸送帶會將放在輸送帶上的工件輸送到偵測器前並停止，偵測到工件後，機械手臂啟動，將輸送帶上的工件夾取，停止 1 秒後，上升迴轉 180 度到沖壓滑塊固定位置上，放下工件並手臂上升，沖壓滑塊向前推到沖壓缸 2 秒後，沖壓頭沖壓到工件的加工位置，2 秒後，沖壓頭上升，沖壓滑塊縮回到原點，手臂至夾取位置，手臂下降夾取完成，暫停 1 秒後，機械手臂以 180 度回轉將工件送到輸送帶上並放下工件，輸送帶啟動，1.5 秒後停止，此時進料夾將另一個工件送入輸送帶上，輸送帶將工件輸送到偵測器前，並將前一個工件進入至儲料槽，如此重複循環工作。整個動作流程圖如圖一所示。



圖一 自動化沖壓機構流程圖

實際動作流程如後說明。

1. 將氣壓快速接頭接至氣壓源。並接上總電源及 PLC 的電源 (110 V)
2. 在 PLC 上依序按下 CLR' MONTR' CLR 鍵並確認 PLC 上的接點訊號是否正確。
3. 將開關 PLC 切換到 RUN 的位置 (圖二)。



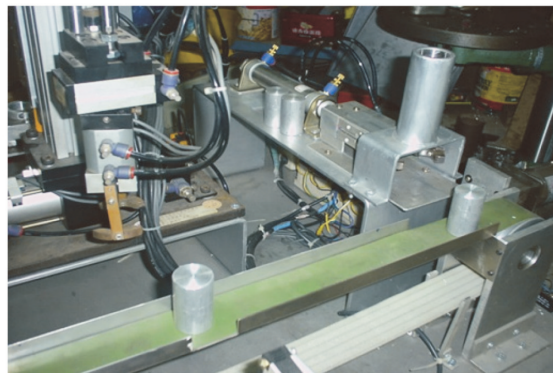
圖二 PLC 控制器

4. 按下總開關按鈕，訊號便接通。此時送料機構的氣壓缸會將一個工件推到輸送帶上 (圖三)。



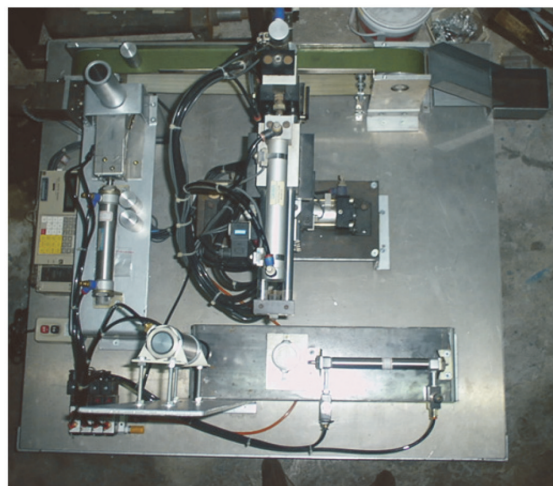
圖三 工件放置輸送帶上

5. 輸送帶開始作動，當工件移至光電感測器前時，光電感測器收到訊號後，輸送帶即停止。



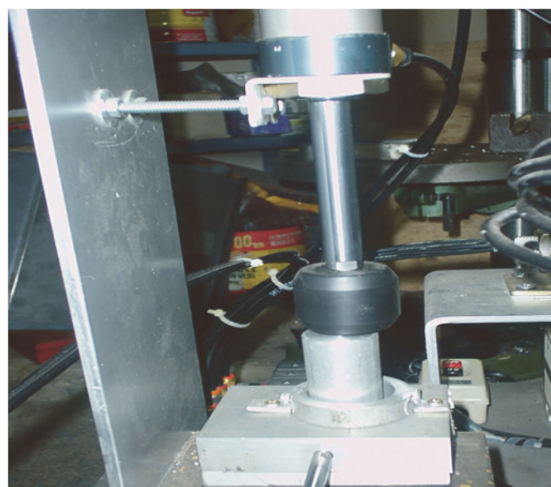
圖四 輸送帶在光電開關前停止

- 6 當輸送帶停止後，機械手臂會由原始位置旋轉 180 度至輸送帶上夾取工件 (圖五)。



圖五 機械手臂圖

7. 機械手臂會將工件放置在沖壓機構的位置，進行沖壓 (圖六)。



圖六 氣壓缸沖壓

8. 沖壓完成後，機械手臂將工件夾回至輸送帶上；此時進料夾頭將第二工件夾至輸送帶上。
9. 完成所有動作後，輸送帶將工件送至儲料槽（圖七）。



圖七 輸送帶將工件送至儲料槽

4. 結論

氣缸頭的動作是用推的方式將工件推移至所設定的位置，容易造成偏位，若換成機械手臂進料是因為機械手臂能將工件夾緊並平穩地送指定的位置上，且不易失敗。若輸送帶輓輪壓花深度不足，作動時容易打滑或脫落便會造成輸送上的延遲和故障。輓輪的寬度加寬，並將輸送帶撐緊，好讓輸送帶和壓花的面積變大，增加輸送帶和輓輪的磨擦係數變大不易脫落，加上支板是要將輸送帶作動時固定輸送帶的路線不易跑出輓輪的範圍，造成輸送帶的失誤。再來是配合輸送帶上的偵測器，使工件定位在指定的位置上，此時我們透過PLC的程式，機器手臂會開始動作，而它的動作是將工件從設定點夾取至沖壓機上，加以沖壓打印，在沖壓的過程中，發現工件落下料時會不穩定，所以將機械手臂在更接近設定點的位置放開夾爪，使工件落下時可以準確的落在沖壓機指定的位置上加以沖壓。

5. 參考文獻

1. 黃元茂，機械設計（上），高立圖書有限公司出版，89年10月30日

2. 胡志中，液氣壓原理與路設計，全華科技圖書股份有限公司，88年5月
3. 賴耿陽，科技用書工業搬運機理論實務，復漢出版社有限公司，88年6月
4. 賴耿陽，裝卸搬運機械設計，復漢出版社，88年4月
5. 陳朝光、陳介力、楊錫凱，自動控制，高立圖書有限公司，87年7月
6. Yang, D., & Nee, AYC (2002)。高速自動沖床系統分析與設計 國際先進製造技術雜誌，19(1), 53-61。
7. 郭奕竹，輔助翻身床機構設計，國立清華大學，碩士論文，101年。
8. 劉昶鑫，回沖機自動送料系統開發，南開科技大學，碩士論文，102年。
9. 黃呂翔，先進高強度鋼板於伺服沖床之引伸成形研究，國立交通大學，碩士論文，101年。
10. 劉仁鴻，滾輪式中心承載裝置，中華民國專利公報第 M366433 字號，2009。
11. 郭永聰，自動送料機構，中華民國專利公報第 356137 字號，1999。
12. 李振春，短形棒材送料機，中華民國專利公報第 348585 字號，1998。

Design of Automatic Stamping Mechanism

En-Hai Wang

Department of Mechanical Engineering,

Lee-Ming Institute of Technology

Email:ie010@mail.lit.edu.tw

Abstract

The automatic punching machine is composed of a mechanical arm, a conveyor, a pneumatic cylinder and a PLC, and the conveyor and the pneumatic punching cylinder are fixed on the base. Use the DC motor automatic feeding mechanism on the base plate to feed the material to the set point, use the arm to automatically clamp and then cooperate with the stamping cylinder to push the stamping point to perform stamping action, so that the processed materials can achieve more accurate processed products. The main purpose of the automatic stamping machine is to reduce risks, increase productivity, make industrial production tend to be automated, and reduce human errors.

Keywords : Automation, Stamping mechanism

